NETPLAN : UN LOGICIEL D'AIDE À LA PRISE DE DÉCISIONS POUR LA PLANIFICATION TACTIQUE DES OPÉRATIONS DE TRANSPORT DANS L'INDUSTRIE DU CAMIONNAGE

par

Louis Delorme* et Jacques Roy**

* Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

** Département des Sciences administratives, Université du Québec à Montréal et Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

Cette étude a été publiée grâce à une subvention du fonds F.C.A.R. pour l'aide et le soutien à la recherche.

Université de Montréal

Centre de recherche sur les transports - Publication #562

Décembre 1987

Dépôt légal - 1er trimestre 1988

RÉSUMÉ

Nous présentons, dans cet article, la structure générale d'un logiciel d'aide à la prise de décisions pour la planification tactique des opérations de transport d'entreprises de camionnage. Ce logiciel permet d'analyser de nombreuses stratégies d'opération en traitant à la fois le problème du design du réseau de services de transport de l'entreprise et celui de l'acheminement des marchandises. Les critères de décision tiennent compte des facteurs économiques et de la qualité du service. Nous décrivons brièvement l'aspect méthodologique de notre approche et nous présentons quelques résultats tirés d'études expérimentales réalisées chez deux grandes entreprises canadiennes de camionnage.

Mots-clés : transport interurbain des marchandises; industrie du camionnage; planification tactique; modèle d'optimisation de réseau.

- - - - - - - - - -

ABSTRACT

This paper presents the general structure of a tactical planning tool aimed at assisting motor-carriers in the analysis of various operating strategies and network configurations by globally considering the design of the service network of the company and the routing of freight through this network under the double criteria of economic efficiency and service quality. The methodological aspect of the approach is presented, along with some experimental results obtained from various scenario analyses at two large Canadian motor-carriers.

Key words : intercity freight transportation; trucking industry; tactical planning; network optimization model.

INTRODUCTION

Le contexte actuel d'assouplissement de la réglementation de l'industrie nord-américaine du transport de marchandises place l'entreprise de camionnage dans un environnement de haute compétitivité tout en lui offrant, en contrepartie, la perspective d'accroître sa part du marché par un ajustement plus rapide de ses prix et services à la demande. Conséquemment, l'entreprise de camionnage doit, en plus de son objectif traditionnel de minimisation des coûts d'opération, tenir de plus en plus compte de l'objectif, quelque peu contradictoire, de maximisation du niveau et de la qualité du service offert. De plus, elle doit élaborer rapidement et efficacement ses stratégies d'opération pour répondre aux conditions changeantes de son environnement. NETPLAN est un logiciel qui peut venir en aide à de telles entreprises, et plus particulièrement à celles spécialisées dans le transport des marchandises en lots brisés (LTL). Nous nous proposons dans ce qui suit d'en présenter la structure générale et d'en souligner les caractéristiques importantes. Nous donnons en premier lieu une brève description du problème. Nous abordons par la suite l'aspect méthodologique de notre approche et présentons quelques résultats expérimentaux. Nous terminons par un aperçu des applications possibles de NETPLAN ainsi que des directions futures de recherche.

LE PROBLÈME

Le transporteur de marchandises en lots brisés se spécialise dans le transport de colis aux dimensions et poids très variables - de 50 à 5 000 kg. Puisqu'une remorque peut contenir de 15 à 25 tonnes de marchandises tout dépendant de leur densité, le transporteur doit consolider plusieurs expéditions afin d'utiliser de façon efficiente la capacité de chargement des véhicules. Cette opération nécessite la mise en place d'un réseau de terminus pour trier les marchandises. Ces terminus correspondent soit à des

points d'origine et/ou de destination de la marchandise, soit à des terminus voués exclusivement à la consolidation ("breakbulk"), soit une combinaison des deux. Plusieurs segments de routes relient entre eux ces terminus, définissant ainsi les services de transport offerts par l'entreprise. Un service est caractérisé par un terminus d'origine, un terminus de destination et un mode de transport. La fréquence est une autre caractéristique importante d'un service; elle correspond au nombre de départs de véhicules pour ce service pendant la période de planification choisie. L'ensemble de tous les services offerts par l'entreprise définit son réseau de services. Notons finalement que l'itinéraire suivi par la marchandise depuis son terminus d'origine jusqu'à sa destination finale est défini par la suite de services empruntés, en incluant les opérations de classification et de manutention effectuées aux terminus intermédiaires.

Les principales activités de telles entreprises incluent par conséquent :

i) la classification et la consolidation des marchandises aux terminus;

ii) leur acheminement à travers le réseau de services de transport;

iii) les déplacements de véhicules vides pour répondre aux déséquilibres dans la demande;

etc.

Pour contrôler toutes ces activités, utiliser d'une façon efficiente les ressources de l'entreprise et atteindre les objectifs de services, plusieurs politiques doivent être définies et implantées. Un niveau privilégié d'intervention est la mise en place d'un plan de transport tactique (à moyen terme). Un bon plan prévoit :

i) le design du réseau de services, soit l'établissement des itinéraires et la détermination des caractéristiques de chaque service (mode, fréquence, etc.) afin de s'ajuster aux variations saisonnières de la demande;

ii) la distribution du trafic des marchandises dans le réseau de services;

iii) les politiques de classification dans les terminus de consolidation;

iv) les mouvements des véhicules vides.

Les diverses décisions à prendre menant à l'élaboration d'un tel plan sont très fortement interreliées. Par exemple, si on prévoit que la demande pour un marché[1] quelconque augmentera dans les prochains mois, on pourrait augmenter le nombre de remorques sur l'itinéraire utilisé pour desservir ce marché afin de satisfaire cette demande additionnelle; ceci aura pour effet d'accroître les coûts de transport intercité tout en conservant intacte la fiabilité de service. On pourrait tout aussi bien décider de maintenir telles quelles les fréquences de service, et rediriger le trafic additionnel vers d'autres terminus (de consolidation) en modifiant leur itinéraire; cette politique aura toutefois pour conséquence d'augmenter les coûts de manutention, le temps de service moyen offert pour ce marché, la congestion aux terminus de consolidation, ce qui devrait alors affecter la fiabilité du service. Par conséquent, les stratégies développées pour un problème influencent et sont influencées par celles élaborées pour d'autres problèmes. Les décisions devraient alors être prises globalement, en tenant compte du réseau de transport dans son ensemble, tout en établissant des compromis entre la minimisation des coûts d'opérations de l'entreprise et la maximisation de la qualité du service offert à la clientèle (Crainic et Roy, 1987).

---

[1] Paire origine-destination de la demande.

NOTRE APPROCHE

Dans notre approche, le processus de planification tactique est vu comme un problème d'optimisation qui peut être modélisé et résolu à l'aide de techniques de programmation mathématique. Ce problème en est un de design d'un réseau multimodal de services de transport, où l'objectif visé est la minimisation d'une fonction de coût généralisée qui tient compte des opérations de transport, des délais et de la fiabilité du service, etc.

Cette approche diffère passablement de celle utilisée par plusieurs auteurs, dont Barker et coll. (1981). La principale caractéristique de leurs modèles est leur nature descriptive. Or, les modèles d'évaluation sont d'une utilité marginale lorsqu'on désire obtenir une solution optimale ou, au moins, près de l'optimum. D'autres auteurs font appel à une approche similaire à la nôtre, mais en mettant de côté certains éléments importants du problème qui, selon nous, devraient être considérés. Nous pensons plus particulièrement au logiciel APPOLO dû à Powell et Sheffi (1986), qui ne tient compte ni des phénomènes de congestion qui se produisent dans les terminus de consolidation lorsque le volume de marchandises manutentionnées augmente, ni du temps de transit et encore moins de sa variabilité comme indicateurs d'un service rapide et fiable[1].

Notre approche, dite normative, est basée sur les travaux de Crainic et Rousseau (1985), qui ont proposé un cadre général de modélisation pour le problème de planification à moyen terme de systèmes de transport multimode de marchandises. Ce cadre de modélisation a tout d'abord permis de résoudre un problème de transport par rail (Crainic, Ferland et Rousseau, 1984); il a été plus tard adapté par Roy (1984) pour les entreprises de camionnage. De cette dernière étude est né le logiciel

---

[1] Tous ces modèles et d'autres moins importants sont examinés en détail dans une revue de littérature par Delorme, Roy et Rousseau (1987).

NETPLAN (N"NEtwork PLANning"), dont nous allons maintenant décrire la structure générale.

NETPLAN a été conçu pour assister le planificateur à élaborer, à partir de prévisions à moyen terme sur la demande, le plan de transport saisonnier de l'entreprise pour minimiser les coûts de transport et de manutention tout en offrant un service rapide et fiable.

Le noyau méthodologique de NETPLAN est constitué d'un modèle de programmation non linéaire mixte, où les fréquences de service ainsi que le volume de marchandises circulant sur chaque itinéraire sont les principales variables de décision. Leurs valeurs sont déterminées en minimisant le coût total du système (défini ci-dessous), tout en satisfaisant la demande prévue pour la période de planification choisie, et les contraintes habituelles de non-négativité et d'intégralité (pour les fréquences) des variables. C'est au niveau de la fonction objectif (soit le coût total du système) que l'on retrouve les compromis à faire entre la minimisation des coûts d'opération et la minimisation des délais qui se manifestent dans les terminus et sur les segments de route, ou si l'on préfère la recherche du meilleur service possible à coût minimum. Les coûts d'opération représentent les coûts réels de transport interurbain selon les modes et segments de routes utilisés, ainsi que les coûts de manutention dans les terminus de consolidation. Quant aux délais, ils sont utilisés pour calculer le temps moyen de transit de la marchandise empruntant un itinéraire donné pour chacun des marchés. Cette moyenne, ajustée pour tenir compte de la variance du temps de transit, est alors comparée au temps de service désiré par l'entreprise (ou norme de service); ce mécanisme est inclus dans la fonction objectif du modèle sous la forme de coûts de pénalité. Ainsi, NETPLAN pénalise l'utilisation d'itinéraires peu fiables. Les délais dans les terminus tiennent compte:

- du temps requis pour le transport des marchandises sur chaque segment de route;

- du temps d'attente avant le déchargement de la marchandise. Ce délai dépend entre autres de la taille et du type de terminus considéré, ainsi que de la productivité des employés de manutention;

- du temps de déchargement et de classification. Ce délai est exprimé en fonction du volume moyen de marchandises à décharger par véhicule (volume déterminé par NETPLAN), ainsi que du taux moyen de déchargement à chaque terminus (en kg/heure);

- du temps d'attente sur les quais de chargement (délai de fréquence). Ce délai dépend de la capacité de chargement des véhicules ainsi que de la fréquence de leurs départs.

La plupart de ces délais sont évalués à l'aide de méthodes tirées de la théorie des files d'attente.

Un dernier élément dans la fonction objectif du modèle tient compte de la capacité de transport de chaque service : il représente les coûts associés à un taux d'utilisation trop élevé de la capacité de chargement des véhicules.

La formulation mathématique du modèle est présentée dans un article par Delorme, Crainic et Roy (1986).

Notre approche permet d'intégrer dans le modèle d'autres types de contraintes telles des restrictions sur la taille de la flotte ou sur l'utilisation de certaines catégories de véhicules. NETPLAN peut aussi tenir compte de certaines pratiques largement utilisées dans l'industrie pour optimiser l'utilisation de la capacité de chargement des remorques, comme par exemple le transport de "baseloads"[1] lorsque le volume de

---

[1] Un "baseload" est une expédition dont le poids s'élève à environ 10 tonnes. Une telle expédition occupe par conséquent la moitié d'une remorque. Elle est toujours collectée directement chez l'expéditeur, chargée à l'avant (le "nez") de la remorque puis délivrée au destinataire sans jamais être manipulée pendant tout son transport. L'espace inutilisée de la remorque peut ainsi servir au transport de marchandises LTL.

marchandises LTL pour un service donné est insuffisant pour justifier l'utilisation régulière (à tous les jours) de véhicules afin de maintenir de hauts standards de service. Notre modèle peut finalement être adapté pour le transport de plusieurs types de biens, de densité variable. Tous ces éléments de modélisation sont traités dans un article par Delorme et Roy (1988).

Il n'existe pas de méthode de solution optimale pour ce type de modèle et appliqué à des problèmes de taille réelle. L'approche utilisée est donc essentiellement heuristique. On peut cependant tirer avantage de la structure particulière des contraintes du modèle tout en ayant recours à la décomposition en raison de sa grande taille. Nous avons adopté à cet effet les méthodes de solution développées par Crainic (1982) et utilisées avec succès par Roy (1984) pour la première expérimentation de NETPLAN. L'algorithme est décrit de façon détaillée et ses propriétés et performances sont analysées par Crainic et Rousseau (1985).

Après avoir résolu le précédent problème, soit celui de l'acheminement de la marchandise et de la détermination des fréquences de service, il faut rééquilibrer le réseau, c'est-à-dire rétablir l'équilibre qui existait avant la détermination des fréquences de service entre le nombre de remorques quittant et celui arrivant à chacun des terminus du réseau. Il s'agit d'une étape importante dans le processus de la planification tactique car elle permet de prévoir, quelques mois d'avance, la nature du déséquilibre engendré par l'application du plan d'opérations obtenu précédemment. L'entreprise peut alors prévoir des stratégies visant à éliminer le retour à vide, donc sans revenus, de remorques vers les terminus déficitaires. Notre procédure permet d'ajouter ou d'éliminer les fréquences de service nécessaires pour rééquilibrer le réseau tout en minimisant le coût total à l'aide d'un algorithme de transport adapté à ce problème. Cette procédure est suffisamment flexible pour tenir compte de la possibilité de solliciter

des voyages de retour (chargements complets ou TL) pour ainsi absorber une partie des coûts engendrés par le rééquilibrage du réseau.

Notre modèle ne pourrait pas être utilisé sans une interface interactive graphique adéquate. Cette interface, présentement en voie de développement, est construite de façon à ce que NETPLAN puisse être implanté sur un micro-ordinateur de type IBM PC/AT. Elle permettra au planificateur de dialoguer avec le système et d'accéder directement aux données et aux solutions proposées sous une forme graphique[1] qui en facilite l'analyse. Un grand nombre de stratégies différentes pourront ainsi être générées, analysées et évaluées plus rapidement.

L'EXPÉRIMENTATION

Nous avons expérimenté notre approche grâce à la précieuse collaboration de deux entreprises de camionnage d'envergure nationale, soit la division des messageries du Canadien National (CNX) ainsi que la compagnie Transport Brazeau Inc., qui nous ont fourni les définitions des problèmes ainsi que les données. Les tests ont été réalisés sur l'ordinateur CDC Cyber de l'Université de Montréal.

NETPLAN a tout d'abord été expérimenté en 1982 avec des données réelles provenant de la compagnie CNX (Roy, 1984; Roy et Delorme, 1987). Cette compagnie gérait à l'époque un réseau de 34 terminus desservant un total de 959 marchés, d'un océan à l'autre, en ayant recours à 289 services différents. Ces services dépendent entre autres des caractéristiques suivantes :

- la capacité de l'équipement utilisé;
- le mode de transport (camion, wagon de chemin de fer, conteneur, remorque transportée par rail);
- la responsabilité de la compagnie quant au retour des remorques;
- le transport effectué par la compagnie vs le transport sous-traité à des entrepreneurs.

---

[1] Voir le rapport de recherche de Crainic et Mondou (1986).

En comparant les résultats produits par NETPLAN en termes de coûts d'opération et de service avec la performance de la compagnie pour le mois étudié, on peut observer une très nette augmentation du pourcentage des marchés qui fournissent un service fiable tout en obtenant une diminution sensible du coût total d'opération. Notons toutefois qu'à l'époque la compagnie CNX tentait désespérément de réduire ses coûts d'opération; de plus, elle avait beaucoup de difficultés à offrir un service fiable à sa clientèle, à cause d'une surutilisation de certains services ayant pour conséquence de laisser des quantités importantes de marchandises sur les quais de chargement, faute d'espace dans les remorques. NETPLAN propose malgré tout un plan d'opérations de loin supérieur à celui de la compagnie en allouant suffisamment de capacité pour transporter la marchandise tout en maintenant au minimum les coûts d'opérations. Une série de tests réalisés plus récemment sur des données de 1985 et 1986 provenant de la compagnie Transport Brazeau Inc. ont produit des résultats similaires, soit des améliorations potentielles tant au niveau des coûts d'opération que de la qualité du service offert lorsqu'on compare la solution fournie par NETPLAN avec la performance de la compagnie (Tassoni, 1987).

Plusieurs analyses de scénarios ont été réalisées avec ces ensembles de données (Roy, 1984; Roy et Delorme, 1987). Elles concernent notamment l'ajout ou le retrait de certains services, la création de nouveaux terminus voués exclusivement à la consolidation des marchandises, la modification des temps de service désirés ou de la fiabilité de service requise, la hausse des coûts de transport, etc. L'une d'elles donne une bonne idée des compromis à faire entre les coûts et le service, tel que montré à la Figure 1 (expérimentation avec les données de la compagnie CNX). On peut voir qu'il en coûte de plus cher en termes de coûts de transport et de manutention pour augmenter le nombre de marchés satisfaisant les niveaux de service requis. Une telle augmentation est obtenue en haussant le coût de

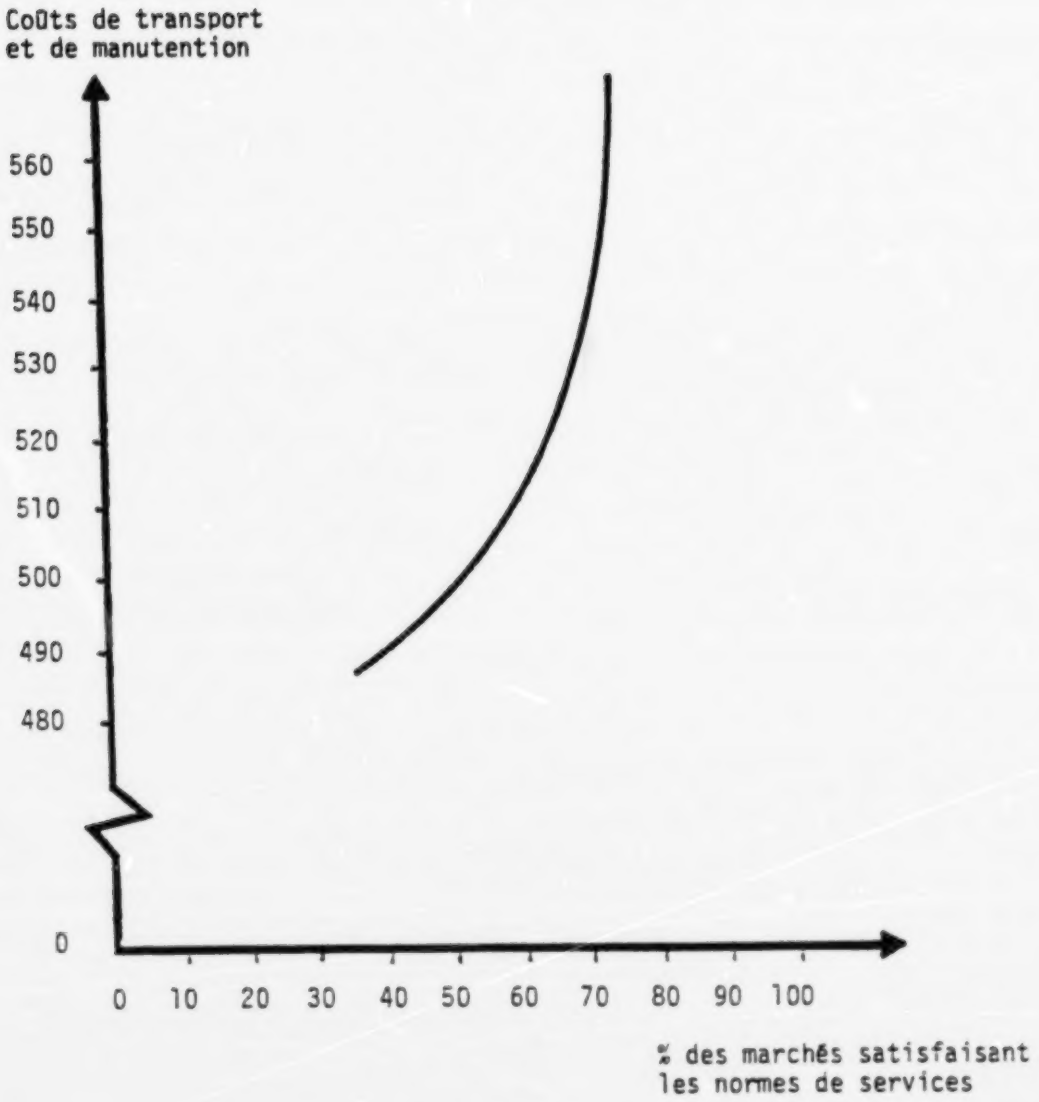

Figure 1 : Relation entre les coûts d'opération et la performance du service (données du CNX)

pénalité pour service inadéquat. Lorsque ce coût est nul (NETPLAN ne tient alors plus compte de la qualité du service offert), on obtient une solution à coût minimum (correspondant au point inférieur gauche de la courbe) qui procure une "borne inférieure" sur les coûts totaux d'opération, soit 488 600 $; il est à noter que 35% des marchés arrivent malgré tout à offrir un service rapide et fiable. D'autre part, en examinant l'allure de la courbe, on peut s'interroger sur la possibilité de satisfaire tous les

marchés. En fait, nous avons découvert que dans certains cas (soit pour 5,8% de tous les marchés) les normes de service ont été fixées arbitrairement par l'entreprise à un niveau impossible à atteindre avec le réseau de service actuel; ceci explique qu'il semble impossible ou du moins extrêmement coûteux d'obtenir une performance satisfaisant les niveaux de service pour tous les marchés.

Un autre type d'analyse consiste à faire varier la demande pour un marché donné et d'observer l'impact de ce changement sur le choix des itinéraires pour ce marché; une telle étude permet ainsi de produire des plans de contingence (pour la distribution du flot de marchandises dans le réseau de services) qui peuvent être appliqués lorsque la situation l'exige. Une telle analyse est illustrée au tableau 1 : nous avons modifié la demande du marché Montréal-Vancouver tout en maintenant constante la demande des autres marchés, en utilisant les données de la compagnie Transport Brazeau Inc. Les résultats de cette analyse indiquent que la marchandise en provenance de Montréal est acheminée directement vers Vancouver lorsque la demande excède 76 800 livres. Par contre, lorsque le volume à transporter est inférieur à ce seuil, il n'est plus rentable pour la compagnie d'utiliser le service direct Montréal-Vancouver : ou bien la fréquence des départs pour ce service demeure égale à trois par semaine et il devient alors coûteux d'utiliser les véhicules pour transporter si peu de marchandises, ou bien cette fréquence est diminuée à moins de trois départs, et le service offert pour le marché Montréal-Vancouver devient tout à fait inadéquat. NETPLAN propose par conséquent l'utilisation d'un itinéraire indirect, la marchandise étant consolidée à Calgary avant d'être acheminée vers Vancouver.

De nombreuses autres analyses de scénarios ont été réalisées avec ces données (Roy, 1984; Tassoni, 1987). Toutes démontrent la flexibilité et l'utilité de NETPLAN pour répondre aux besoins spécifiques des gestionnaires d'entreprises de camionnage.

Tableau 1

Variations de la demande pour le marché Montréal-Vancouver (données de Transport Brazeau Inc.)

demande (en 100 livres)	itinéraire proposé par NETPLAN	fréquence du service MTL-VAN
96 (D/4)	MTL → CGY → VAN	0
384 (D)	MTL → CGY → VAN	0
576 (3D/2)	MTL → CGY → VAN	0
768 (2D)	MTL → VAN	3
1 152 (3D)	MTL → VAN	4
1 920 (5D)	MTL → VAN	5

Légende : MTL: Montréal
VAN: Vancouver
CGY: Calgary

CONCLUSION

Les quelques résultats présentés dans cet article donnent une bonne indication du potentiel énorme de NETPLAN comme outil d'aide à la prise de décision pour la planification tactique des opérations d'entreprises de camionnage. En particulier, nous avons montré que NETPLAN peut aider à élaborer, à partir de prévisions à moyen terme de la demande, un plan d'opérations saisonnier pour minimiser les coûts de transport et de manutention des marchandises tout en offrant un service rapide et fiable. Le planificateur peut se servir du logiciel en mode opérationnel afin de choisir parmi un certain nombre de solutions celle qui lui semble la plus réaliste à ses yeux, et de la manipuler par la suite jusqu'à ce qu'elle respecte toutes les règles non écrites de la planification.

Dans un mode exploratoire, NETPLAN peut aussi s'avérer fort utile pour faciliter l'analyse de décisions stratégiques affectant la réorganisation physique de réseaux de transport (ouverture et fermeture de terminus, nouvelles routes, fusion d'entreprises, etc.). C'est ainsi que NETPLAN est actuellement utilisé pour étudier le problème de l'acheminement du courrier à travers le Canada. Notre modèle a dû être adapté pour permettre d'évaluer les conséquences de divers scénarios concernant l'emplacement et la configuration des centres de traitement du courrier. Le problème fait intervenir plusieurs types de produits (courrier de première classe, colis, etc.) ainsi qu'un réseau de services composé de 49 terminus et de 8 modes de transport (par air, rail et route). Le logiciel, implanté sur un IBM PC/AT, est présentement expérimenté à la Société canadienne des postes. Une analyse des résultats devrait suivre sous peu. La société compte utiliser NETPLAN pour une étude d'envergure concernant la restructuration complète de son réseau de centres de traitement.

Il reste encore quelques améliorations à apporter à notre logiciel. Plus particulièrement, nous comptons bientôt travailler sur le problème des trains routiers (un tracteur tirant deux ou même trois remorques), une pratique de plus en plus répandue en Amérique du Nord. Notons d'autre part qu'une nouvelle version de NETPLAN, qui considère le transport de "base-loads", devrait être testée sous peu avec des données de la compagnie Transport Brazeau Inc. Suite à cette expérimentation, nous comptons implanter notre logiciel chez des compagnies canadiennes de camionnage, dont possiblement l'entreprise Cabano Expeditex qui a acquis récemment la compagnie Transport Brazeau Inc. Nous verrons également à adapter notre approche au contexte européen de transport de marchandises. Des pourparlers sont d'ailleurs en cours avec une grande entreprise de transport en France en vue d'utiliser NETPLAN pour résoudre un problème complexe de transport de marchandises.

BIBLIOGRAPHIE

BARKER, H.H., SHARON, E.M. et SEN, D.K. (1981), "From Freight Flow and Cost Patterns to Greater Profitability and Better Service for a Motor Carrier", Interfaces 11(6), 4-20.

CRAINIC, T.G. (1982), "Un modèle de planification tactique pour le transport ferroviaire des marchandises", thèse de doctorat, département d'informatique et de recherche opérationnelle, publication #247, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

CRAINIC, T.G., FERLAND, J.A. et ROUSSEAU J.-M. (1984), "A Tactical Planning Model for Rail Freight Transportation", Transportation Science 18(2), 165-183.

CRAINIC, T.G. et MONDOU, J.-F. (1986), "Système interactif-graphique pour la planification des réseaux de transport interurbain de marchandises - méthodologie et premiers résultats", publication #467, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

CRAINIC, T.G. et ROUSSEAU J.-M. (1985), "Multicommodity, Multimode Freight Transportation : A General Modeling and Algorithmic Framework for the Service Network Design Problem", Transportation Research 20B(3), 225-242.

CRAINIC, T.G. et ROY, J. (1987), "O.R. Tools for Tactical Freight Transportation Planning", à paraître dans European Journal of Operational Research.

DELORME, L., CRAINIC, T.G. et ROY, J. (1986), "Une nouvelle approche pour la planification des opérations de transport des marchandises". Exposé des communications, 21e Congrès annuel de l'Association québécoise du transport et des routes, Québec, 12-14 mars 1986, 344-357, publication #444, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

DELORME, L., et ROY, J., (1987), "Design of a Network Optimization Model for the Tactical Planning of Intercity Freight Transportation Systems", Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal. A paraître.

DELORME, L., ROY, J. et ROUSSEAU, J.-M. (1987), "Motor-Carriers Operation Planning Models: A State of the Art", publication #524, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

POWELL, W.B. et SHEFFI, Y. (1986), "Interactive Optimization for Motor Carrier Load Planning", Journal of Business Logistics 7(2), 64-90.

ROY, J. (1984), "Un modèle de planification globale pour le transport routier des marchandises", thèse de doctorat, Ecole des Hautes Etudes Commerciales de Montréal, publication #402, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal.

ROY, J. et DELORME, L. (1987), "NETPLAN: A Network Optimization Model for Tactical Planning in the Less-than-Truckload Motor-Carrier Industry", Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal. Soumis à INFOR.

TASSONI, L. (1987), "Application d'un modèle de planification du transport routier à la compagnie Transport Brazeau Inc.", mémoire de maîtrise, département de Mathématiques appliquées, Ecole Polytechnique de Montréal.